



Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) FASCICULE DE LA DEMANDE A3

(11)

642 812 G

(21) Numéro de la demande: 5531/81

(71) Requérant(s):
Jean-Claude Berney S.A., Epalinges

(22) Date de dépôt: 27.08.1981

(72) Inventeur(s):
Jean-Claude Berney, Epalinges

(42) Demande publiée le: 15.05.1984

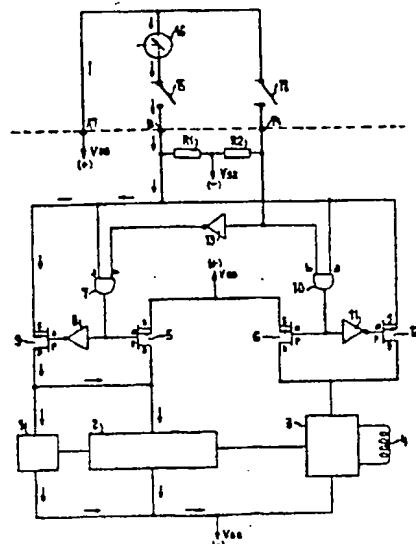
(74) Mandataire:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

(44) Fascicule de la demande
publié le: 15.05.1984

(56) Rapport de recherche au verso

(54) Dispositif d'analyse comportant une pièce d'horlogerie électronique et des moyens extérieurs de commande et de mesure.

(57) Le dispositif comporte une pièce d'horlogerie et des moyens extérieurs. La pièce d'horlogerie comprend des circuits auxiliaires (5-13) commandés par les moyens extérieurs comprenant eux-mêmes des moyens de commutation (15) et de mesure et/ou d'analyse (16) du courant dans au moins une partie du circuit électronique de la pièce d'horlogerie. Selon l'état de l'interrupteur (15), une borne de test (B) est en l'air ou reçoit le courant à mesurer à travers les circuits auxiliaires et délivre ce courant dans l'instrument de mesure (16). Un interrupteur (18) permet la mesure du courant dans la bobine motrice (4). Le dispositif permet la mesure et/ou l'analyse du courant à partir d'une borne de test sans qu'il soit nécessaire de couper le circuit dans lequel circule normalement ce courant.





RAPPORT DE RECHERCHE

RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
 Patentgesuch Nr.:

CH 5531/81

HO 14 469

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications concernées Betrifft Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, no. 133, 8 novembre 1978, page 8082E78 & JP - A - 53 99 839 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) (31-08-1978) * résumé, en entier * --	1,9
A	<u>GB - A - 2 061 573 (EBAUCHES)</u> * en entier * --	1
A	<u>GB - A - 2 066 531 (TIMEX)</u> * en entier * --	1
A	<u>GB - A - 2 060 958 (I.T.T.)</u> * en entier * -----	1

Rapport de recherche établi sur la base des dernières revendications transmises avant le commencement de la recherche.
 Der Recherchenbericht wurde mit Bezug auf die letzte, vor der Recherche übermittelte, Fassung der Patentansprüche erstellt.

Domaines techniques recherchés
Recherchierte Sachgebiete
(INT. CL*)

G 04 D 7/00
 G 04 G 1/00
 5/00
 9/00
 G 04 C 9/00

Catégorie des documents cités
 Kategorie der genannten Dokumente
 X: particulièrement pertinent
 von besonderer Bedeutung
 A: arrière-plan technologique
 technologischer Hintergrund
 O: divulgation non-écrite
 nichtschriftliche Offenbarung
 P: document intercalaire
 Zwischenliteratur
 T: théorie ou principe à la base de
 l'invention
 der Erfindung zugrunde liegende
 Theorien oder Grundsätze
 E: demande faisant interférence
 kollidierende Anmeldung
 D: document cité dans la
 demande
 in der Anmeldung angeführtes
 Dokument
 L: document cité pour d'autres raisons
 aus andern Gründen angeführtes
 Dokument
 &: membre de la même famille, document
 correspondant.
 Mitglied der gleichen Patentfamilie;
 übereinstimmendes Dokument

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche

Revendications ayant fait l'objet de recherches
 Recherchierte Patentansprüche:
 ensemble
 Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches
 Nicht recherchierte Patentansprüche:
 Raison:
 Grund:

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche 21 juin 1982	Examinateur OEB/EPA Prüfer
--	----------------------------

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'analyse comportant une pièce d'horlogerie électronique comprenant des circuits électroniques de mesure et d'affichage du temps et des moyens extérieurs de commande et de mesure, caractérisé en ce que la pièce d'horlogerie comporte des moyens auxiliaires (5-13; 22-24, 27, 31-33) commandés par les moyens extérieurs (15, 16, 18; 34, 35) pour établir une liaison intérieure entre au moins une partie desdits circuits électroniques (1, 2, 3; 25, 28) et une borne de test (B), lesdits moyens extérieurs permettant d'établir une liaison extérieure entre un pôle d'une source d'alimentation et ladite borne de test à travers des moyens de mesure (16, 35) pour permettre la mesure et/ou l'analyse du courant circulant dans lesdites liaisons.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens auxiliaires comprennent des premiers moyens de commutation (9, 12; 32) pour relier au moins une partie desdits circuits électroniques (1, 2; 3; 28) à ladite borne de test (B) et des circuits de commande (7, 8, 10, 11, 13; 22-24, 27, 31, 33) pour commander lesdits moyens de commutation en réponse à des signaux délivrés par lesdits moyens extérieurs.

3. Dispositif selon la revendication 2, la pièce d'horlogerie comportant un moteur pas à pas, caractérisé par le fait que lesdits premiers moyens de commutation (9, 12; 32) commandés par lesdits circuits de commande (7, 8, 10, 11, 13; 22-24, 27, 31, 33) permettent de relier au moins une borne dudit moteur à ladite borne de test (B) pour dériver sur ladite borne de test le courant du moteur et permettre la mesure dudit courant par lesdits moyens de mesure (16, 35).

4. Dispositif selon la revendication 3, la pièce d'horlogerie comportant des éléments de commande (25, 28-30) de la bobine (26) dudit moteur, caractérisé par le fait qu'au moins un desdits circuits de commande (22) est relié auxdits circuits de mesure du temps (2) et délivre auxdits circuits de commande des signaux de commande tels que durant l'impulsion motrice, l'alimentation en courant de la bobine est interrompue périodiquement pendant des intervalles de temps déterminés pour permettre la mesure du courant du moteur pendant ladite impulsion motrice.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que la période des interruptions de l'alimentation en courant de la bobine motrice est substantiellement plus courte que la durée desdites impulsions motrices et que lesdits intervalles de temps déterminés sont substantiellement plus courts que ladite période.

6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que la bobine (26) est court-circuitée pendant les interruptions de l'alimentation en courant de ladite bobine.

7. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que la bobine (26) est court-circuitée entre les impulsions motrices, ce qui permet la mesure du courant du moteur après chacune desdites impulsions motrices.

8. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que lesdits moyens extérieurs comprennent des seconds moyens de commutation (15; 34) permettant d'établir ladite liaison extérieure et un instrument de mesure (16; 35) pour mesurer et/ou analyser le courant dans lesdites liaisons.

9. Dispositif selon les revendications 3 et 8, caractérisé par le fait que lesdits seconds moyens de commutation (34) sont commandés par un générateur d'impulsions extérieur (39) pour délivrer par l'intermédiaire de la borne de test (B) des signaux de durée réglable auxdits moyens auxiliaires, de manière à réaliser un découpage de l'impulsion motrice.

10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens extérieurs comprennent des moyens de sélection (18) agissant sur lesdits moyens auxiliaires pour permettre d'établir ladite liaison intérieure au choix entre

différentes parties desdits circuits électroniques (1, 2; 3) et la-dite borne de test (B).

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens extérieurs comprennent une source d'alimentation extérieure (36) branchée entre une borne de masse (21) pour alimenter les moyens de mesure et fermer le circuit du courant circulant dans lesdits moyens de mesure.

10

La présente invention concerne un dispositif d'analyse comportant une pièce d'horlogerie électronique avec des circuits électroniques connus de mesure et d'affichage du temps et des moyens extérieurs de commande et de mesure.

Dans les pièces d'horlogerie électronique, il est souvent nécessaire d'effectuer des tests concernant le courant consommé par le circuit électronique ou l'affichage. Dans les pièces d'horlogerie avec un affichage analogique comportant un moteur pas à pas, il peut être intéressant, non seulement de mesurer la valeur moyenne du courant consommé par celui-ci, mais également d'analyser la forme du courant dans la bobine pendant et juste après l'impulsion motrice.

Cette analyse peut donner des indications utiles sur le comportement du moteur et permet d'estimer ses principales caractéristiques. Pour effectuer ces opérations, il est nécessaire de faire passer le courant à l'intérieur de l'appareil de mesure de l'analyse. Actuellement cela n'est possible qu'en débranchant la source électrique d'alimentation ou la bobine du moteur, et en connectant l'appareil de mesure en série avec celles-ci.

Compte tenu des faibles dimensions des pièces d'horlogerie fabriquées actuellement, cette opération peut être longue et délicate.

On connaît selon JP-A-53-99839 un dispositif avec un oscillateur et un circuit logique commandé par un circuit tampon dont la sortie peut être rendue flottante par un signal de commande appliqué de l'extérieur. Ceci permet d'appliquer de l'extérieur au circuit logique des impulsions de test provenant de l'oscillateur.

On connaît aussi de GB-A-2 061 573 une pièce d'horlogerie électronique comprenant un circuit avec deux bornes entre lesquelles une source d'alimentation peut être branchée de l'extérieur. Lorsque cette source d'alimentation est branchée, le circuit délivre à l'affichage des impulsions de test de fréquence plus élevée que la fréquence normale de 1 Hz.

Cependant, dans les deux documents ci-dessus, les impulsions de test ne sont utilisées que pour accélérer le contrôle du fonctionnement soit d'un circuit logique, soit de l'affichage. Aucun des documents ne divulgue un circuit permettant de mesurer sur une borne particulière le courant des circuits électroniques et/ou celui du moteur pas à pas sans débrancher ni la batterie ni la bobine du moteur.

Le but de la présente invention est de supprimer ces inconvénients en dérivant le courant à mesurer sur une borne de test spéciale du circuit électronique de la pièce d'horlogerie, borne sur laquelle on peut connecter l'instrument de mesure sans débrancher ni la pile ni la bobine du moteur.

Pour atteindre ce but, le dispositif selon l'invention est réalisé comme indiqué dans la revendication 1.

L'invention va être décrite ci-après à titre d'exemple et à l'aide du dessin dans lequel:

- la fig. 1 représente à titre d'exemple le schéma-bloc d'un système selon l'invention et
- la fig. 2 représente à titre d'exemple le schéma-bloc d'un système plus particulièrement destiné à l'analyse du courant dans le moteur.

La fig. 1 représente schématiquement les éléments d'un circuit intégré pour une pièce d'horlogerie électronique, soit l'oscillateur 1 relié au diviseur de fréquence 2, lui-même relié au formateur d'impulsions motrices 3 qui alimente la bobine du moteur 4. Ces trois éléments que l'on retrouve dans tous les circuits pour montres électroniques analogiques à moteur pas à pas, sont reliés directement à la borne V_{SS} du circuit, c'est-à-dire au pôle négatif de la source d'alimentation. Par contre, ils sont reliés à la borne V_{DD} du circuit, c'est-à-dire au pôle positif de la source d'alimentation par l'intermédiaire des transistors de commutation 5 et 6 de type P-MOS qui permettent d'interrompre l'alimentation normale des circuits 1 et 2 d'une part, ou 3 d'autre part, selon les tensions présentes sur leurs portes a.

La porte a de 5 est reliée à la sortie d'une porte ET 7 et à l'entrée d'un inverseur 8 dont la sortie est branchée à la porte a d'un transistor de commutation 9 de type P-MOS dont le drain est relié au drain du transistor 5 et dont la source est reliée à une borne de test B du circuit intégré.

Les transistors 5 et 9 travaillent de manière complémentaire en raison de la présence de l'inverseur 8, c'est-à-dire que l'un des deux est toujours conducteur et l'autre bloqué, et vice-versa. Ces transistors 5 et 9 forment un commutateur électrique qui permet de couper l'alimentation normale ou habituelle des circuits 1 et 2, et d'effectuer cette alimentation par la borne de test.

De la même manière, la porte a du transistor 6 est reliée à la sortie de la porte ET 10 et à l'entrée d'un inverseur 11 dont la sortie est reliée à la porte a d'un transistor de commutation 12 de type P-MOS. Le drain de ce transistor 12 est relié au drain du transistor 6 et sa source est reliée à la borne de test B. Les transistors 6 et 12 forment un commutateur permettant d'interrompre l'alimentation normale du circuit 3 à partir de la borne V_{DD}, et d'effectuer cette alimentation par la borne de test B.

Selon la nature des signaux de commande sur les portes a des transistors 5 et 6, on peut alors dévier une partie du courant consommé par le circuit électronique vers une borne de test B prévue à cet effet.

La porte a du transistor 5 est commandée par la sortie de la porte 7 dont l'entrée a est branchée à la borne de test B et l'entrée b à la sortie d'un inverseur 13 dont l'entrée est reliée à une borne supplémentaire 14 du circuit.

La porte a du transistor 6 est commandée par la sortie de la porte 10 dont l'entrée a est branchée à la borne du test B et l'entrée b est reliée directement à la borne 14.

La borne de test B et la borne 14 sont reliées à V_{SS} par les résistances de polarisation R1 et R2. Lorsque rien n'est branché sur ces bornes, ces deux entrées sont donc à 0. De ce fait les sorties des portes ET 7 et 10 sont à 0, de même que les portes des transistors 5 et 6. Ces deux transistors sont conducteurs et l'alimentation des circuits 1, 2 et 3 s'effectue normalement par ces transistors dont les sources sont raccordées en commun à la borne V_{DD}.

Pour dériver le courant sur la borne test B, il faut mettre l'entrée test à 1. Ceci n'est possible qu'en reliant, par l'extérieur du circuit, la borne de test B à une borne V_{DD} du circuit. La borne V_{DD} étant généralement reliée à la masse de la pièce d'horlogerie, cette liaison peut se faire indirectement en reliant la borne de test à la masse. Cette liaison nécessite des moyens extérieurs que nous avons représentés très schématiquement par l'interrupteur 15 relié par l'instrument de mesure 16 à la borne 17, V_{DD}, du circuit. Il est bien certain que l'on peut effectuer la liaison voulue sans intercaler aucun instrument 16, mais le système perd alors tout intérêt puisque le but même de la présente invention est justement de mesurer et/ou d'analyser le courant préalablement dévié sur la borne de test. Ces moyens de mesure et/ou d'analyse peuvent être

très rudimentaires, comme nous l'avons représenté par souci de simplification, mais ils peuvent aussi être très complexes et comprendre des moyens d'amplification du courant, des moyens de visualisation de la forme du courant, des moyens analogiques ou digitaux d'analyse de cette forme, etc.

Lorsque l'interrupteur 15 est ouvert, nous avons vu que les transistors 5 et 6 sont conducteurs. En fermant l'interrupteur 15, on relie la borne de test B à V_{DD} par l'instrument 16 et la borne 17. La borne de test B passe à 1 de même que les entrées a des portes 7 et 10. Comme la borne 14 est restée à 0, la sortie de la porte 10 reste à 0, alors que la sortie de la porte 7 passe à 1 et la sortie de l'inverseur 8 à 0. Le transistor 5 se bloque et c'est le transistor 9 qui, devenant conducteur, relie les circuits 1 et 2 à la borne de test B. L'alimentation de ces circuits 1 et 2 s'effectue alors de la borne V_{DD}, 17, à travers l'instrument 16 et l'interrupteur 15 (voir petites flèches). Il est ainsi possible de mesurer le courant consommé par l'oscillateur et le diviseur du circuit, le moteur étant lui toujours alimenté normalement.

Pour mesurer la consommation du moteur, il est prévu un interrupteur 18 relié à la borne 14 et à la borne 17.

En fermant l'interrupteur 18, la borne 14 passe à 1 et la sortie de l'inverseur 13 passe à 0. La sortie de la porte 7 revient à 0 ce qui rend le transistor 5 conducteur et rétablit ainsi l'alimentation normale des circuits 1 et 2. Par contre, la sortie de la porte 10 passe à 1 et la sortie de l'inverseur 11 à 0. Le transistor 6 se bloque et le transistor 12 devenant conducteur, relie le circuit 3 à la borne de test B.

L'alimentation du moteur s'effectue de la borne 17, V_{DD}, à travers l'instrument 16 et la borne de test et enfin à travers le transistor 12. L'instrument 16 mesure ainsi le courant du moteur.

En ouvrant l'interrupteur 15, la borne de test B revient à 0 de même que les sorties des portes 7 et 10. Les transistors 5 et 6 redeviennent conducteurs et les circuits 1, 2 et 3 sont alimentés normalement.

Ainsi, en combinant les signaux de commande apparaissant tant sur la borne de test B que sur la borne supplémentaire 14, on peut mesurer et analyser séparément le courant consommé par l'oscillateur et le diviseur d'une part, et le moteur d'autre part.

On pourrait bien sûr mesurer simultanément le courant consommé par l'ensemble du circuit et supprimer la borne supplémentaire 14, les transistors de commutation 5 et 6 étant alors commandés simultanément par les signaux de commande apparaissant sur la seule borne de test B. On peut également prévoir de mesurer séparément le courant circulant dans d'autres parties du circuit en utilisant des moyens de commande différents et plus évolués.

Pour commuter le courant circulant dans le moteur, courant qui peut être assez important, il est nécessaire que les transistors 6 et 12 soient largement dimensionnés afin que la chute de tension à leurs bornes soit faible, de sorte qu'ils occupent une place importante sur le circuit intégré.

Pour éviter cet inconvénient, la fig. 2 représente des moyens de commutation combinés avec le circuit normal d'alimentation du moteur et travaillant en parallèle avec les transistors de puissance de ce circuit de manière à ne pas introduire de chute de tension supplémentaire. Cette configuration permet également d'analyser le courant dans le moteur après l'impulsion motrice, ce qui n'est pas le cas avec la configuration de la fig. 1.

Sur le schéma de la fig. 2 on retrouve l'oscillateur 1 relié à l'entrée du diviseur de fréquence 2. Ce dernier délivre des signaux carrés de fréquence 0,5 Hz sur sa borne a, 64 Hz sur sa borne b, 4 kHz sur sa borne c et 16 kHz sur sa borne d.

La sortie a du diviseur 2 est reliée à l'entrée d'horloge a d'un flip-flop FF 19 de type D et à l'entrée d'un inverseur 20

dont la sortie est branchée à l'entrée d'horloge a d'un flip-flop FF 21 de type D, les FF 19 et 21 ont leur entrée D reliée au pôle positif de l'alimentation et leurs entrées de remise à zéro b reliées à la sortie b du diviseur 2.

Dans cette configuration bien connue, les FF 19 et 21 délivrent chaque seconde, à tour de rôle, sur leurs sorties c (Q) des impulsions positives d'une durée de 7,8 ms égale à une demi-période du signal 64 Hz appliqué sur leurs entrées de remise à zéro. Ces impulsions alternées sont utilisées pour commander l'avance à la seconde d'un moteur pas à pas de type bipolaire (par exemple moteur Lavet).

La sortie c du diviseur 2 est reliée à l'entrée d'horloge a d'un flip-flop FF 22 de type D dont l'entrée D est reliée au pôle positif de l'alimentation et l'entrée de remise à zéro b est branchée à la sortie d (16 kHz) du diviseur 2. Le FF 22 travaille sur le même principe que les FF 19 et 21 et délivre sur sa sortie c (Q) des impulsions positives fines à la fréquence de 4 kHz et d'une durée de une demi-période de 16 kHz, soit 30 µs. Sur la sortie d (\bar{Q}) de FF 22, ces impulsions sont inversées. Cette sortie d est reliée à l'entrée a d'une porte NON-ET 23 dont l'entrée b est branchée à la sortie c du FF 19. L'entrée a de la porte 23 est reliée à l'entrée a de la porte NON-ET 24 dont l'entrée b est reliée à la sortie c du FF 21. Aux sorties des portes 23 et 24 apparaissent alternativement des impulsions de commande (durée: 7,8 ms) inversées et interrompues toutes les 250 µs (4 kHz) pendant 30 µs.

La sortie de la porte 23 est reliée à la porte du transistor de puissance 25 de type P-MOS dont la source est reliée à V_{DD} et le drain à la borne a de la bobine motrice 26. La sortie de la porte 23 est également reliée à l'entrée a d'une porte ET 27 dont la sortie est branchée à la porte d'un transistor de puissance 28 de type N-MOS dont la source est reliée à V_{SS} et le drain à la borne a de la bobine motrice 26.

Lorsque l'entrée b de la porte ET 27 est à 1, les portes des transistors 25 et 28 reçoivent les mêmes signaux de commande et la paire 25-28 forme un amplificateur inverseur de puissance pour l'attaque de la borne a de la bobine motrice 26.

La sortie de la porte 24 est reliée aux portes des transistors MOS de puissance de types P et N, 29 et 30, formant un amplificateur inverseur de puissance pour l'attaque de la borne b de la bobine motrice 26.

En admettant que l'entrée b de la porte 27 est à 1, on peut voir que les transistors 28 et 30 sont conducteurs lorsque les sorties des portes 23 et 24 sont à 1. Dans ce cas, la bobine 26 est court-circuitée contre V_{SS} .

Pendant les impulsions motrices paires, lorsque la sortie de la porte 23 passe à 0, le transistor 25 devient conducteur et le transistor 28 est bloqué. La borne a de la bobine 26 passe à 1 et le courant circule dans cette bobine dans le sens a-b.

Cependant, nous l'avons vu, les impulsions motrices sont hachées ou découpées, c'est-à-dire que la sortie de la porte 23 revient à 1 pendant 30 µs toutes les 250 µs. Pendant ce laps de temps (30 µs) le transistor 28 redevient conducteur, le transistor 25 se bloque, et le court-circuit est rétabli aux bornes de la bobine 26. Pendant ce court-circuit de courte durée (30 µs), et en raison de la self élevée du moteur et de sa grande constante de temps L/R, le courant est pratiquement maintenu à la valeur qu'il avait acquise lorsque le transistor 25 était conducteur.

Pendant les impulsions motrices impaires, lorsque la sortie de la porte 24 passe à 0, c'est la borne b de la bobine 26 qui passe à 1 et le courant circule dans le sens b-a. Là aussi, l'impulsion motrice est interrompue pendant 30 µs toutes les 250 µs, laps de temps pendant lequel la bobine est à nouveau court-circuitée.

Ainsi, pendant les impulsions paires comme pendant les impulsions impaires, le court-circuit est rétabli périodiquement aux bornes de la bobine, c'est-à-dire que les transistors 28 et 30 sont conducteurs, le courant étant maintenu dans ces transistors par l'effet de self de la bobine.

Voyons comment il est possible de dériver le courant circulant dans la bobine motrice 26 sur la borne de test B de manière à pouvoir mesurer et/ou analyser celui-ci, pendant et après l'impulsion motrice. La borne de test B est reliée à l'entrée a d'une porte NON-OU 31 et, par une résistance R_3 à V_{DD} . Lorsque aucun élément extérieur n'est relié à la borne de test, celle-ci se trouve donc à 1.

La sortie de la porte 31 est reliée à la porte d'un transistor de puissance 32 de type N-MOS dont la source est reliée à la borne de test B et le drain à la borne a de la bobine motrice 26. La sortie de la porte 31 est encore reliée à l'entrée d'un inverseur 33 dont la sortie est reliée à l'entrée b de la porte ET 27.

Normalement, la borne de test B se trouve à 1, la sortie de la porte NON-OU 31 à 0 et l'entrée b de la porte 27 à 1. Le transistor 32 est donc bloqué et la porte 27 est passante. Les amplificateurs de puissance se comportent comme décrit ci-dessus.

La borne de test B est reliée à une borne V_{SS}' par des moyens extérieurs au circuit, tels que l'interrupteur 34 et l'instrument 35. La borne V_{SS}' est celle d'une source d'alimentation extérieure 36 dont le pôle positif est relié au moins indirectement à une borne 37 branchée au pôle positif de la source électrique d'alimentation de la montre (V_{DD}).

Lorsque l'on ferme l'interrupteur 34, la borne de test B passe à 0. Le signal de commande est transmis à l'entrée a de la porte NON-OU 31 dont l'entrée b est reliée à la sortie d'une porte NON-ET 38 dont les entrées sont reliées aux sorties des portes 23 et 24. Lorsque ces deux sorties sont à 1, c'est-à-dire lorsque les transistors de puissance 25 et 29 sont bloqués, et que la bobine 26 se trouve en court-circuit, ce qui se produit non seulement après l'impulsion motrice mais aussi durant 30 µs toutes les 250 µs pendant les impulsions motrices quelle que soit la polarité de celles-ci, la sortie de la porte 31 passe à 1 et celle de l'inverseur 33 à 0. Le transistor 28 est bloqué et le transistor 32 devient conducteur.

Le courant qui passait par le transistor 28, passe alors par le transistor 32 sur la borne de test B et par l'interrupteur 34, l'instrument 35, et la source d'alimentation 36 sur la borne 37 (V_{DD}), comme indiqué par les flèches de la fig. 2. La source 36 constitue les moyens d'alimentation de l'instrument 35 et le courant mesuré par ce dernier traverse cette source 36 contre la borne 37 (V_{DD}) normalement mise à la masse, pour fermer le circuit. En théorie, il serait aussi possible de relier la borne de gauche de l'instrument directement à une borne V_{SS} de la pièce d'horlogerie.

On a donc grâce à un seul transistor de commutation de puissance (32) la possibilité d'analyser le courant circulant dans la bobine après l'impulsion motrice. Pendant les impulsions motrices on fait un échantillonnage du courant dans le moteur puisque celui-ci n'est commuté sur la borne de test B que pendant 30 µs toutes les 250 µs. Par des moyens d'analyse adéquats, il est cependant facilement possible de reconstruire la forme générale du courant consommé par le moteur et de calculer sa valeur moyenne. Il est évident que l'instrument 35 représenté dans la fig. 2 sous la forme d'un simple galvanomètre, doit être un instrument d'analyse beaucoup plus évolué, mais le but de la présente invention est de montrer comment le courant à analyser peut être introduit dans l'instrument, et non de quelle manière ce courant peut ensuite être mesuré et/ou analysé.

Un cas particulier intéressant est le suivant. Il est possible de supprimer le générateur 22, qui détermine la durée et la

fréquence des courts-circuits effectués pendant l'impulsion motrice (découpage de l'impulsion), et de commander ce processus directement par la borne de test B.

Pour cela, les moyens extérieurs comportent un générateur d'impulsions à durée réglable 39 qui commande l'ouverture et la fermeture de l'interrupteur 34 qui peut être un interrupteur électronique, la borne de test B commandant alors directement les entrées a des portes 23 et 24 (voir branchements indiqués en pointillé dans la fig. 2). De cette manière on peut agir sur la tension moyenne des impulsions motrices, en imposant le taux de découpage de l'extérieur du circuit. En effet la tension moyenne des impulsions motrices

est égale au taux de découpage t multiplié par la tension d'alimentation $V = V_{DD} - V_{SS}$.

$$V_{moy} = t \cdot V = \frac{\text{temps de court-circuit}}{\text{période de répétition}} \times V$$

Dans notre cas, le taux de découpage t est $t = \frac{30 \mu s}{250 \mu s}$, soit $1/8$.

En imposant de l'extérieur un taux de découpage plus grand, on simule une diminution de la tension d'alimentation du moteur, ce qui permet de tester et de mesurer les limites de fonctionnement de celui-ci.

FIG. 1

